

529,915

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2005 年 3 月 3 日 (03.03.2005)

PCT

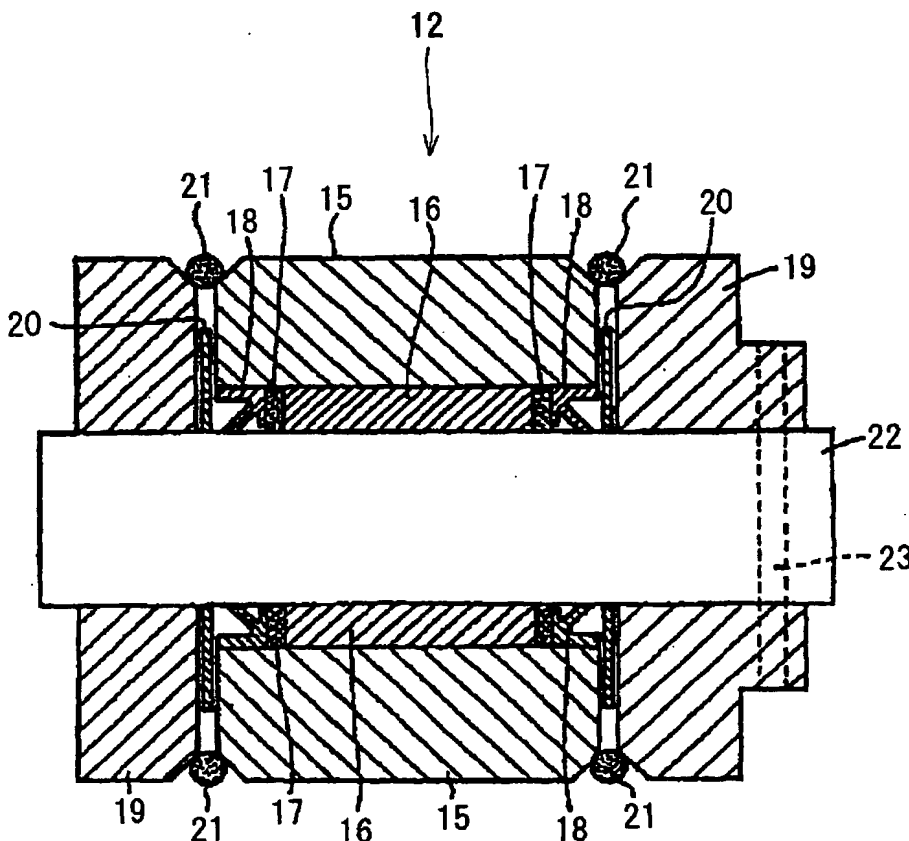
(10) 国際公開番号
WO 2005/019664 A1

- (51) 国際特許分類⁷: F16C 11/04, 33/10, 33/12, E02F 3/38 (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 日立建機株式会社 (HITACHI CONSTRUCTION MACHINERY CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1120004 東京都文京区後楽二丁目 5 番 1 号 Tokyo (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2004/012065
- (22) 国際出願日: 2004 年 8 月 23 日 (23.08.2004) (72) 発明者; および
- (25) 国際出願の言語: 日本語 (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 秋田 秀樹 (AKITA, Hideki) [JP/JP]; 〒3000013 茨城県土浦市神立町 6 5 0 番地 日立建機株式会社土浦工場 知的財産権部内 Ibaraki (JP). 五木田 修 (GOKITA, Osamu) [JP/JP]; 〒3000013 茨城県土浦市神立町 6 5 0 番地 日立建機株式会社土浦工場 知的財産権部内 Ibaraki (JP). 磯貝 透 (ISOGAI, Tooru) [JP/JP]; 〒3000013 茨城
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ: 特願2003-300005 2003 年 8 月 25 日 (25.08.2003) JP

[続葉有]

(54) Title: SLIDING BEARING ASSEMBLY AND SLIDING BEARING

(54) 発明の名称: すべり軸受組立体及びすべり軸受



(57) Abstract: A sliding bearing assembly (12), comprising a shaft (22) and a bush (16) formed of a porous sintered material having a large number of pores (25). The bush (16) is impregnated with a lubricating oil (24) containing 2.0 to 30 wt.% of solid lubricant particles (26) constituted of at least one of MoS₂, WS₂ and hexagonal BN. The shaft (22) and the bush (16) are used at a surface pressure of 6 kgf/mm² or higher and a sliding speed of within 2 to 5 cm/sec. Thus, a period in which sliding is enabled without lubrication even under a very low speed and slight oscillation environment can be extended.

(57) 要約: 軸 22 とブッシュ 16 を有し、ブッシュ 16 は多数の気孔 25 を有する多孔質の焼結材からなるすべり軸受組立体 12 において、ブッシュ 16 には MoS₂, WS₂, 及び六方晶形 BN のうち少なくとも 1 種類以上から構成される固体潤滑性微粒子 26 を 2.0 ~ 30 wt % 含有する

潤滑油 24 が含浸されており、軸 22 とブッシュ 16 は 6 K g f / m m ² 以上の面圧及び 2 ~ 5 c m / 秒の範囲内の摺動速度で使用される。

[続葉有]

WO 2005/019664 A1



県土浦市神立町 6 5 0 番地 日立建機株式会社土浦
工場 知的財産権部内 Ibaraki (JP).

(74) 代理人: 春日 譲 (KASUGA, Yuzuru); 〒1030001 東京
都中央区日本橋小伝馬町 1-3 共同ビル (新小伝馬
町) 7 階 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が
可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR,
BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU,
ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS,
LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA,
NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE,
SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US,
UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可
能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD,
SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY,
KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG,
CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE,
IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF,
BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN,
TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される
各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語
のガイダンスノート」を参照。

明 細 書

すべり軸受組立体及びすべり軸受

技術分野

- [0001] 本発明は、すべり軸受組立体及びすべり軸受に関し、さらに詳しくは、極低速、微小揺動の環境下でも無給脂で摺動可能な期間を延長することができるすべり軸受組立体及びすべり軸受に関する。

背景技術

- [0002] 建設機械等の掘削機械においては、駆動機構を動作させるために、その駆動機構を構成する各部材を相対的に回転又は揺動可能に連結し、シリンダその他のアクチュエータで駆動するように構成している。例えば、油圧ショベルの作業装置においてはブームの先端にアームが連結されアームの先端にはバケットが連結されるが、掘削作業の際にはアームシリンダ及びバケットシリンダをそれぞれ駆動させ、アームをブームとの連結部を中心として、またバケットをアームとの連結部を中心として回転又は揺動させることにより、土砂等を掘削するようになっている。これらの連結部は、軸とブッシュとを備えたすべり軸受組立体を介して連結されている。
- [0003] このすべり軸受組立体の従来技術としては、鉄系焼結合金からなる多孔質ブッシュに潤滑油を含浸させたものがある(例えば、特許文献1参照。)。このすべり軸受体においては、軸とブッシュとが摺動する際にはその摩擦熱によってブッシュに含浸させた潤滑油が摺動面に滲出し、薄い油膜を形成するようになっている。これにより、軸とブッシュとの間に介在させるグリースが不要となり、またブッシュに含浸させた潤滑油の流動性は極めて低いことから潤滑油の流失を抑制することができ、その結果、低速・高面圧の環境下でも比較的長期間に渡って無給脂で摺動させることが可能ようになっている。

- [0004] 特許文献1:特許第2832800号公報

発明の開示

- [0005] しかしながら、上記従来技術では以下のような課題が存在する。
- すなわち、上記従来技術では、軸とブッシュとの摺動による摩擦熱によってブッシュ

に含浸させた潤滑油を滲出させるため、例えば軸とブッシュがわずか数mm程度しか摺動しない微小揺動時や極低速で摺動する際には十分に潤滑効果を発揮できず、局所的な面圧が生じて軸表面又はブッシュ内周面に“かじり”等の局所的な摩耗・損傷及びこれに伴う異音が生じる可能性があった。

[0006] 本発明は、上記従来技術の問題に鑑みてなされたものであり、その目的は、極低速、微小揺動の環境下でも無給脂で摺動可能な期間を延長することができるすべり軸受組立体及びすべり軸受を提供することにある。

[0007] (1)上記目的を達成するために、本発明は、少なくとも軸とブッシュを有し、前記ブッシュは多数の気孔を有する多孔質の焼結材からなるすべり軸受組立体において、前記ブッシュには MoS_2 、 WS_2 、及び六方晶形BNのうち少なくとも1種類から構成される固体潤滑性微粒子を2.0～30wt%含有する潤滑油が含浸されており、前記軸とブッシュは 6Kgf/mm^2 以上の面圧及び2～5cm/秒の範囲内の摺動速度で使用されるものとする。

[0008] 本発明においては、軸とブッシュとが相対的に摺動すると、その摩擦熱によりブッシュの気孔内に含浸されている潤滑油がブッシュの内周面上に表出し、薄い油膜を形成する。このとき、潤滑油に含有されている固体潤滑性微粒子についてもブッシュの内周面上に表出する。このようにして潤滑油と共に固体潤滑性微粒子がブッシュと軸との間の摺動面に入ることにより、固体潤滑性微粒子を構成する微細な層が層方向に滑って潤滑効果が発揮される。そして、軸とブッシュとの摺動が停止すると、摺動面で油膜を形成している潤滑油は固体潤滑性微粒子と共に毛細管現象によってブッシュが有する多数の気孔内に吸入される。このブッシュの気孔内に含浸された潤滑油は流動性が極めて低いため、軸とブッシュとが摺動を繰り返しても潤滑油の流失は極めて少ない。その結果、固体潤滑性微粒子入りの潤滑油は長期間に渡り安定的に供給される。

[0009] ここで、例えば潤滑油が固体潤滑性微粒子を含まない前述した従来技術のような構造のすべり軸受組立体では、軸とブッシュとがわずか数mm程度しか摺動しない微小揺動や極低速摺動の場合には十分な摩擦熱が発生しないことから十分な潤滑効果を発揮できず、局所的な面圧が生じて軸の表面又はブッシュ内周面に“かじり”等

の局所的な摩耗・損傷及びこれに伴う異音が生じる可能性があった。

[0010] これに対し、本発明のすべり軸受組立体によれば、上述したように潤滑油が含有する固体潤滑性微粒子の潤滑効果により優れたトライボロジ特性が得られ、さらにこの固体潤滑性微粒子の含有量を2.0～30wt%の範囲内とすることにより優れた耐荷重特性の向上効果を得ることができる。したがって、極低速、微小揺動の環境下でも上記かじり等による軸の表面及びブッシュの内周面の摩耗・損傷及びこれに伴う異音を抑制することができ、無給脂で摺動可能な期間を延長することができる。

[0011] (2) 上記目的を達成するために、また本発明は、少なくとも軸とブッシュを有し、前記ブッシュは多数の気孔を有する多孔質の焼結材からなるすべり軸受組立体において、前記ブッシュにはグラファイトから構成される固体潤滑性微粒子を3.0～5.0wt%含有する潤滑油が含浸されており、前記軸とブッシュは6Kgf/mm²以上の面圧及び2～5cm/秒の範囲内の摺動速度で使用されるものとする。

[0012] (3) 上記(1)又は(2)において、好ましくは、前記固体潤滑性微粒子を含有する潤滑油の粘度は56～1500cSt(at 25.5℃)の範囲内であるものとする。

[0013] 一般に、潤滑油の粘度が1500cStを超えると流動性が低下するため、潤滑油がブッシュの気孔内に戻るための毛細管現象が起こりにくくなる。その結果、多孔質焼結合金(すなわちブッシュ)への含浸が困難となる。

本発明によれば、固体潤滑性微粒子を含有する潤滑油の粘度を1500cSt以内とするので、上記のような事態を防止することができ、長期的に安定した摺動特性を維持することができる。

[0014] (4) 上記(1)又は(2)において、また好ましくは、前記ブッシュは気孔率が5～30vol%の複合焼結合金からなり、前記多数の気孔は互いに連通され、前記ブッシュは浸炭、窒化及び浸流窒化処理法のうち少なくとも1つの方法により表面改質処理されているものとする。

このようにして、例えばブッシュの軸との摺動面に厚さ1mm～3mm(好ましくは2mm)程度の浸炭硬化層を形成させることにより、ブッシュの耐摩耗性を向上することができる。

[0015] (5) 上記(1)又は(2)において、また好ましくは、前記固体潤滑性微粒子は前記ブ

ッシュの気孔を閉塞しない大きさであるものとする。

[0016] (6) 上記(1)又は(2)において、前記軸は浸炭、高周波焼入れ、レーザ焼入れ及び窒化のうち少なくとも1つの処理を行った後、化成若しくは浸硫処理法により表面改質処理されているものとする。

[0017] これにより軸の耐摩耗性を向上することができると共に、軸の表面を例えばZn(亜鉛)、Mn(マンガン)、S(硫黄)等の極圧付与物質を用いて浸炭、高周波焼入れ、レーザ焼入れ又は窒化した後、化成若しくは浸硫処理法により表面改質処理を行うことにより、ブッシュ内に含浸されている潤滑油との“ぬれ性”が改善され、潤滑効果及びトライボロジ特性をさらに向上することができる。

[0018] (7) 上記目的を達成するために、本発明のすべり軸受は、多数の気孔を有する多孔質の焼結材からなり、 MoS_2 、 WS_2 、及び六方晶形BNのうち少なくとも1種類以上から構成される固体潤滑性微粒子を2.0〜30wt%含有する潤滑油が含浸され、6Kgf/mm²以上の面圧及び2〜5cm/秒の範囲内の摺動速度で使用されるものとする。

[0019] (8) 上記目的を達成するために、また本発明のすべり軸受は、多数の気孔を有する多孔質の焼結材からなり、グラファイトから構成される固体潤滑性微粒子を3.0〜5.0wt%含有する潤滑油が含浸され、6Kgf/mm²以上の面圧及び2〜5cm/秒の範囲内の摺動速度で使用されるものとする。

[0020] (9) 上記(7)又は(8)において、好ましくは、前記固体潤滑性微粒子を含有する潤滑油の粘度は56cSt〜1500cSt(at 25.5°C)の範囲内であるものとする。

[0021] (10) 上記(7)又は(8)において、また好ましくは、気孔率が5〜30vol%の複合焼結合金からなり、前記多数の気孔は互いに連通され、浸炭、窒化及び浸流窒化処理法のうち少なくとも1つの方法により表面改質処理されているものとする。

[0022] (11) 上記(7)又は(8)において、また好ましくは、前記固体潤滑性微粒子は前記気孔を閉塞しない大きさであるものとする。

[0023] (12) 上記(7)又は(8)において、また好ましくは、浸炭、高周波焼入れ、レーザ焼入れ及び窒化のうち少なくとも1つの処理を行った後、化成若しくは浸硫処理法により表面改質処理された軸と共に使用されるものとする。

[0024] (13) 上記(7)又は(8)において、また好ましくは、掘削機械のフロント部品用軸受として使用されるものとする。

[0025] (14) 上記(7)又は(8)において、また好ましくは、クレーンのアーム用軸受として使用されるものとする。

図面の簡単な説明

[0026] [図1]本発明のすべり軸受組立体の一実施の形態を備えた油圧ショベルの全体構造を表す側面図である。

[図2]本発明のすべり軸受組立体の一実施の形態の内部構造を示す断面図である。

[図3]本発明のすべり軸受組立体の一実施の形態で用いる潤滑油内に様々な濃度で固体潤滑性微粒子を含有させた場合のブッシュの耐荷重特性を示す図である。

[図4]本発明のすべり軸受組立体の一実施の形態における MoS_2 含有量とその MoS_2 を含有した潤滑油の粘度との関係を示す図である。

[図5]本発明のすべり軸受組立体の一実施の形態を構成するブッシュと軸との摺動面の模式的な部分拡大断面図である。

[図6]本発明のすべり軸受組立体の他の実施の形態で用いる潤滑油内に様々な濃度で固体潤滑性微粒子を含有させた場合のブッシュの耐荷重特性を示す図である。

符号の説明

- | | | |
|--------|-----|-------------|
| [0027] | 12 | 軸受組立体 |
| | 16 | ブッシュ(すべり軸受) |
| | 22 | 軸 |
| | 24 | 潤滑油 |
| | 25 | 気孔 |
| | 26 | 固体潤滑性微粒子 |
| | 26' | 固体潤滑性微粒子 |

発明を実施するための最良の形態

[0028] 以下、本発明のすべり軸受組立体及びすべり軸受の実施の形態を図面を参照しつつ説明する。

[0029] まず、本発明のすべり軸受組立体及びすべり軸受の一実施の形態を図1乃至図5

を参照しつつ説明する。

図1は本発明のすべり軸受組立体の一実施の形態を備えた油圧ショベルの全体構造を表す側面図である。

- [0030] この図1において、1は走行体、2はこの走行体1上に旋回可能に搭載した旋回体、3はこの旋回体2上の一方側(図1中左側)に設けた運転室、4は上記旋回体2上の他方側(図1中右側)に設けたエンジン室、5は上記旋回体2上の運転室3側に設けた作業装置であり、油圧ショベルはこれら走行体1、旋回体2、運転室3、エンジン室4、及び作業装置5によって概略構成されている。
- [0031] また、6は上記旋回体2に俯仰動可能に設けたブーム、7はこのブーム6駆動用のブーム用油圧シリンダ、8はブーム6の先端に回動可能に設けたアーム、9はこのアーム8駆動用のアーム用油圧シリンダ、10はアーム8の先端に回動可能に設けたバケット、11はこのバケット10駆動用のバケット用油圧シリンダであり、上記作業装置5はこれらブーム6、アーム8、バケット10、及び各油圧シリンダ7, 9, 11により構成されている。
- [0032] これら作業装置5の構成部材であるブーム6、アーム8、バケット10、及び各油圧シリンダ7, 9, 11は、すべり軸受組立体12によって相互に回動又は揺動可能に連結されている。なお、実際には作業装置5に使用される各すべり軸受組立体はその設置場所に応じて大きさ、形状等が異なるが、ここでは作業装置5に使用されるすべり軸受組立体はすべて同一とし、すべり軸受組立体12と総称する。
- [0033] 図2はこのすべり軸受組立体12の内部構造を示す断面図である。
- この図2において、15はボス、16はこのボス15の内部に例えば焼きばめ又は冷却ばめ等の収縮ばめによって嵌着固定されたブッシュ、17, 17はこのブッシュ16の両側面に配設された遮油部材、18, 18はこれら遮油部材17, 17をブッシュ16に向かって当接させるようにボス15内のブッシュ16の両側に圧入されたダストシール、19, 19はボス15の両側に配置されるブラケット、20, 20はこれらブラケット19, 19とボス15との隙間にそれぞれ設けたシム、21, 21はブラケット19, 19とボス15との隙間の外周側にそれぞれ装着されたOリングである。また、22はブラケット19, 19及びブッシュ16を貫通して挿入され、ブッシュ16と摺動可能な軸、23はこの軸22及びブラケット1

9を貫通して設けた回転係止ボルトであり、この回転係止ボルト23により軸22とブラケット19とは回転不能となっている。

[0034] 上記ブッシュ16は例えば銅粉と鉄粉とから形成された多孔質複合焼結合金からなり、潤滑油24(後述の図5参照)を含浸させるための互いに連通した多数の気孔25(後述の図5参照)を有している。本実施の形態ではブッシュ16の気孔率は例えば20 vol%程度である。なお、このブッシュの気孔率は5ー30vol%程度であることが好ましい。すなわち、気孔率が5vol%未満である場合には潤滑油の含浸量が不充分となり(その結果後述する固体潤滑性微粒子の気孔内への含浸量も不充分となり)、無給脂軸受として十分に機能しない可能性があるからである。一方、気孔率が30vol%よりも大きい場合には、ブッシュ16自身の機械的強度が低下するからである。なお、ブッシュ16を構成する複合焼結合金は、銅粉と鉄粉以外の他の素材から形成してもよい。

[0035] このようなブッシュ16に、本実施の形態では例えば460cSt(at 25. 5℃)の粘度を有する潤滑油24を含浸させている。なお、この含浸させる潤滑油の粘度(正確には後述する固体潤滑性微粒子を含有した状態での粘度)は56ー1500cSt(at 25. 5℃)の範囲内であることが好ましい。すなわち、粘度が1500cStを超えると潤滑油の流動性が低下するため、摩擦熱によって摺動部に滲み出た潤滑油が再びブッシュ16の気孔内に戻るための毛細管現象が起りにくくなり、長期的に安定した摺動特性を維持できない可能性があるからである。なお、この潤滑油24としては、鉱物油あるいは合成油等、一般に市販されている組成の潤滑油は全て使用でき、粘度が上記範囲内のものであればその組成自体は特に限定されるものではない。但し、グリースについては繊維を含有していることからブッシュ16に含浸させることができないため、除外される。

[0036] また本実施の形態では、上記ブッシュ16に含浸させる潤滑油24に、 MoS_2 (二硫化モリブデン)、 WS_2 (二硫化タングステン)、及び六方晶形BN(窒化ホウ素)のうち少なくとも1種類以上から構成される固体潤滑性微粒子26(後述の図5参照)を例えば20%含有させている。これらの固体潤滑性微粒子26は層状構造をなしているため、それらが層方向に滑ることにより優れた潤滑効果を発揮する。この固体潤滑性微粒子2

6の含有量は2.0～30wt%の範囲内とするのが好ましい。この理由を、図3及び図4を用いて以下に説明する。

[0037] 図3は潤滑油(ここでは粘度460cStの潤滑油)内に様々な濃度(重量%)で固体潤滑性微粒子(ここでは MoS_2)を含有させた場合のブッシュ16の耐荷重特性を示す図である。

この図3に示すように、 MoS_2 を1.5%含有させた潤滑油を用いた場合には潤滑油のみを用いた場合に比べ耐荷重特性は若干低下するが、 MoS_2 含有量を2.0%にすると潤滑油のみの場合に比べて耐荷重特性は向上する。そして、 MoS_2 含有量を3.0～5.0%に増やすとさらに耐荷重特性は向上し、10%以上とすると圧力を60MPaまで増加させても摩擦係数はほとんど変わらず、耐荷重特性を格段に向上することができる。したがって、 MoS_2 含有量の下限は耐荷重特性の向上効果を得ることができる2.0%とするのが好ましい。

[0038] 一方、図4は MoS_2 含有量とこの MoS_2 を含有した潤滑油の粘度との関係を示す図である。

この図4に示すように、 MoS_2 含有量を20%にすると潤滑油の粘度は約1500cSt(at 25.5°C)まで上昇し、 MoS_2 含有量が30%を超えると潤滑油の粘度は1500cStより大きくなる。一般に潤滑油の粘度が1500cStを超えると、流動性が低下するために多孔質焼結合金への含浸が困難となるばかりでなく、前述したように摩擦熱によって摺動部に滲み出た潤滑油が再びブッシュ16の気孔内に戻るための毛細管現象が起りにくくなり、軸受性能の低下が懸念されることから、 MoS_2 含有量の上限はこの MoS_2 を含有した潤滑油の粘度が約1500cSt以下となる30%とするのが好ましい。

[0039] 以上のことから、潤滑油24の MoS_2 含有量は2.0～30wt%の範囲内とすることが好ましい。なお、潤滑油24に含有させる固体潤滑性微粒子(MoS_2 、 WS_2 、及び六方晶形BN)26の粒径は、ブッシュ16の気孔25から摺動部に円滑に出入りできるように、気孔25を閉塞しない程度に充分小さいものとなっている(例えば0.1 μm ～100 μm 程度である)。

[0040] 以上のような固体潤滑性微粒子26を含有した潤滑油24は、通常、以下のようにしてブッシュ16に含浸される。

まず、固体潤滑性微粒子26と潤滑油24とを十分に攪拌して固体潤滑性微粒子26を潤滑油24中に均一に分散させた上で、潤滑油24を加熱してより低粘度にして液状化させる。そして、この固体潤滑性微粒子26入りの潤滑油24内にブッシュ16を浸漬し、真空雰囲気下で静置する。

[0041] これにより、ブッシュ16の気孔25内の空気が吸い出され、その代わりに固体潤滑性微粒子26入りの潤滑油24が気孔25内に吸引される。このようにして気孔25内に潤滑油24を含浸させた上でブッシュ16を空気中に取り出して室温まで放冷すると、固体潤滑性微粒子26入りの潤滑油24はブッシュ16の気孔25内で再び元の粘度に戻り、流動性を失う。このようにして、固体潤滑性微粒子26入りの潤滑油24をブッシュ16の気孔25内に留めることができるようになっている。

[0042] 上記の固体潤滑性微粒子26入りの潤滑油24の加熱温度は特に限定されるものではなく、使用する潤滑油24の粘度に応じて変える必要があるが、潤滑油24が液状化するまで加熱するようになれば足りる。但し、固体潤滑性微粒子26にポリエチレン、ポリイミド、ポリアセタール、PTFE(ポリテトラフルオロエチレン)等の樹脂系素材を用いる場合には、加熱温度はその樹脂の耐熱温度未満とする必要がある。また、固体潤滑性微粒子26入りの潤滑油24へのブッシュ16の浸漬時間及び真空度についても特に限定されるものではなく、使用する潤滑油24の粘度に応じて変えるものであるが、ブッシュ16の気孔25が固体潤滑性微粒子26入りの潤滑油24で飽和されるまで浸漬する必要がある。一例を挙げると、粘度が460cStの固体潤滑性微粒子入りの潤滑油を60℃～80℃程度まで加熱し、 2×10^{-2} mmHgの真空化でブッシュを潤滑油に浸漬させる場合、ブッシュの気孔が固体潤滑性微粒子入り潤滑油で飽和されるのに約1時間を要する。

[0043] 軸22は鉄鋼材から構成されており、その表面(外周面)は、浸炭、高周波焼入れ、レーザ焼入れ及び窒化のうち少なくとも1つの処理を行った後、化成(例えば磷酸亜鉛、磷酸マンガン等)若しくは浸硫処理法により表面改質処理されている。このようにZn(亜鉛)、Mn(マンガン)、S(硫黄)等の極圧付与物質を用いて軸22の表面改質処理を行うことにより、ブッシュ16内に含浸されている潤滑油24との“ぬれ性”も改善され、潤滑効果及びトライボロジ特性を向上することができるようになっている。

[0044] なお、ブッシュ16の軸22との摺動面(すなわち内周面)についても、軸22の表面と同様に浸炭、焼入れ、窒化、及び浸硫処理法等により表面改質処理を行うようにしてもよい。例えば、ブッシュ16の摺動面に厚さ1mm〜3mm(好ましくは2mm)程度の浸炭硬化層を形成させることにより、ブッシュ16の耐摩耗性を向上することができる。

[0045] 以上において、ブッシュ16は特許請求の範囲の請求項7乃至請求項14に記載のすべり軸受を構成すると共に、請求項13記載の掘削機械のフロント部品用軸受をも構成する。

[0046] 次に、上記構成の本発明のすべり軸受組立体及びすべり軸受の一実施の形態の動作及び作用を図5を用いて以下に説明する。図5はブッシュ16と軸22との摺動面の模式的な部分拡大断面図である。

この図5に示すように、軸22とブッシュ16とが相対的に摺動すると、その摩擦熱によりブッシュ16の気孔25内に含浸されている潤滑油24がブッシュ16の内周面上に表出し、薄い油膜Mを形成する。このとき、潤滑油24に含有されている固体潤滑性微粒子26についてもブッシュ16の内周面上に表出する。このようにして潤滑油24と共に固体潤滑性微粒子26がブッシュ16と軸22との間の摺動面に入ることにより、固体潤滑性微粒子26を構成する微細な層が層方向に滑って優れた潤滑効果を発揮する。そして、軸22とブッシュ16との摺動が停止すると、摺動面で油膜Mを形成している潤滑油24は固体潤滑性微粒子26と共に毛細管現象によってブッシュ16が有する多数の気孔25内に吸入される。この気孔5内に含浸された潤滑油24の流動性は極めて低いため、軸22とブッシュ16とが摺動を繰り返しても、潤滑油24及び固体潤滑性微粒子26の流失は極めて少ない。その結果、固体潤滑性微粒子26入りの潤滑油24が安定的に供給される期間を比較的長期間(例えば5年程度)とすることができる。

[0047] このとき、例えば潤滑油24が固体潤滑性微粒子26を含まない前述した従来技術のようなすべり軸受組立体では、軸とブッシュがわずか数mm程度しか摺動しない微小揺動や極低速摺動をする際には発生する摩擦熱が微量であることから十分な潤滑効果を発揮できず、局所的な面圧が生じて軸22の表面又はブッシュ16内周面に“かじり”等の局所的な摩耗・損傷及びこれに伴う異音が生じる可能性があった。

[0048] これに対し、本実施の形態のすべり軸受組立体12によれば、上述したように潤滑油24が含有する固体潤滑性微粒子26による潤滑効果によって優れたトライボロジ特性が得られ、さらにこの固体潤滑性微粒子26の含有量を2.0～30wt%の範囲内とすることにより、前述の図3に示すように優れた耐荷重特性の向上効果を得ることができる。したがって、極低速、微小揺動の環境下でも上記かじり等による軸22の表面及びブッシュ16の内周面の摩耗・損傷及びこれに伴う異音を抑制することができ、無給脂で摺動可能な期間を延長することができる。

[0049] また本実施の形態によれば、潤滑油24は温度によって粘度が変わることからその潤滑効果は温度依存性が高いのに対し、固体潤滑性微粒子26の潤滑効果は温度依存性が低いため、例えば油圧ショベルが寒冷地で使用される場合であってもすべり軸受組立体12は潤滑効果を十分に発揮することができる。

[0050] 次に、本発明のすべり軸受組立体及びすべり軸受の他の実施の形態を図6を参照しつつ説明する。本実施の形態は、上記一実施の形態においては MoS_2 、 WS_2 、及び六方晶形BNのうち少なくとも1種類以上から構成される固体潤滑性微粒子26を潤滑油24に20%含有させたのに対し、グラファイトから構成される固体潤滑性微粒子26'を潤滑油24に例えば3.0%含有させたものである。

[0051] 本実施の形態では、上記したように潤滑油24にグラファイトから構成される固体潤滑性微粒子26'を例えば3.0%含有させているが、この固体潤滑性微粒子26'の含有量は3.0～5.0wt%の範囲内とするのが好ましい。この理由を、図6を用いて以下に説明する。

[0052] 図6は潤滑油(ここでは粘度460cStの潤滑油)内に様々な濃度(重量%)で固体潤滑性微粒子(ここではグラファイト(カーボン)から構成される固体潤滑性微粒子)を含有させた場合のブッシュ16の耐荷重特性を示す図である。

この図6に示すように、グラファイト(カーボン)を1.0%又は10%含有させた潤滑油を用いた場合には、潤滑油のみを用いた場合に比べて耐荷重特性はさほど変化しない。一方、グラファイト含有量を3.0%にすると圧力を45MPaまで増加させても摩擦係数はほとんど変わらず、耐荷重特性を格段に向上することができる。また、グラファイト含有量を5.0%とした場合にも潤滑油のみの場合に比べて耐荷重特性は向上

している。以上から、グラファイト含有量は3.0～5.0wt%の範囲内とするのが好ましい。

[0053] なお、潤滑油24に含有させる固体潤滑性微粒子26'の粒径は、前述した一実施の形態と同様に、ブッシュ16の気孔25から摺動部に円滑に出入りできるように、気孔25を閉塞しない程度に充分小さいものとなっている(例えば $0.1\mu\text{m}$ ～ $100\mu\text{m}$ 程度である)。

[0054] 本実施の形態のすべり軸受組立体12によっても、潤滑油24が含有する固体潤滑性微粒子26'による潤滑効果によって優れたトライボロジ特性が得られ、さらにこの固体潤滑性微粒子26'の含有量を3.0～5.0wt%の範囲内とすることにより、上記図6に示すように優れた耐荷重特性の向上効果を得ることができる。したがって、極低速、微小揺動の環境下でも上記かじり等による軸22の表面及びブッシュ16の内周面の摩耗・損傷及びこれに伴う異音を抑制することができ、無給脂で摺動可能な期間を延長することができる。また前述の一実施の形態と同様に、固体潤滑性微粒子26'の潤滑効果は温度依存性が低いため、例えば油圧ショベルが寒冷地で使用される場合であってもすべり軸受組立体12は潤滑効果を十分に発揮することができる。

[0055] なお、以上述べた2つの実施形態のすべり軸受組立体12は $6\text{kgf}/\text{mm}^2$ 以上の高面圧及び $1.0\text{kgf}\cdot\text{m}/\text{mm}^2\cdot\text{s}$ 以上の高PV値の条件下で使用するのに適するものである。したがって、上述してきた油圧ショベルの作業装置5に用いる軸受組立体12のような掘削機械のフロント部品用軸受に限らず、例えば、クレーンのアーム用軸受、ダム水門のローラゲイト軸受、プレス金型の上下スライドカム軸受、水力発電水車案内羽根軸受、海上クレーンアンローダピン軸受等、低速、高面圧の条件下で用いられる軸受に適用可能である。

産業上の利用可能性

[0056] 請求項1記載の発明によれば、多孔質の焼結材からなるブッシュに MoS_2 、 WS_2 、及び六方晶形BNのうち少なくとも1種類以上から構成される固体潤滑性微粒子を2.0～30wt%含有した潤滑油を含浸させる。これにより、潤滑油の粘度の上昇を抑制しつつ、優れた耐荷重特性の向上効果を得ることができる。したがって、極低速、微小揺動の環境下でもかじり等による軸の表面及びブッシュの内周面の摩耗・損傷

及びこれに伴う異音を抑制することができ、無給脂で摺動可能な期間を延長することができる。

- [0057] また請求項2記載の発明によれば、多孔質の焼結材からなるブッシュにグラファイトから構成される固体潤滑性微粒子を3.0〜5.0wt%含有した潤滑油を含浸させる。これにより、潤滑油の粘度の上昇を抑制しつつ、優れた耐荷重特性の向上効果を得ることができる。したがって、極低速、微小揺動の環境下でもかじり等による軸の表面及びブッシュの内周面の摩耗・損傷及びこれに伴う異音を抑制することができ、無給脂で摺動可能な期間を延長することができる。

請求の範囲

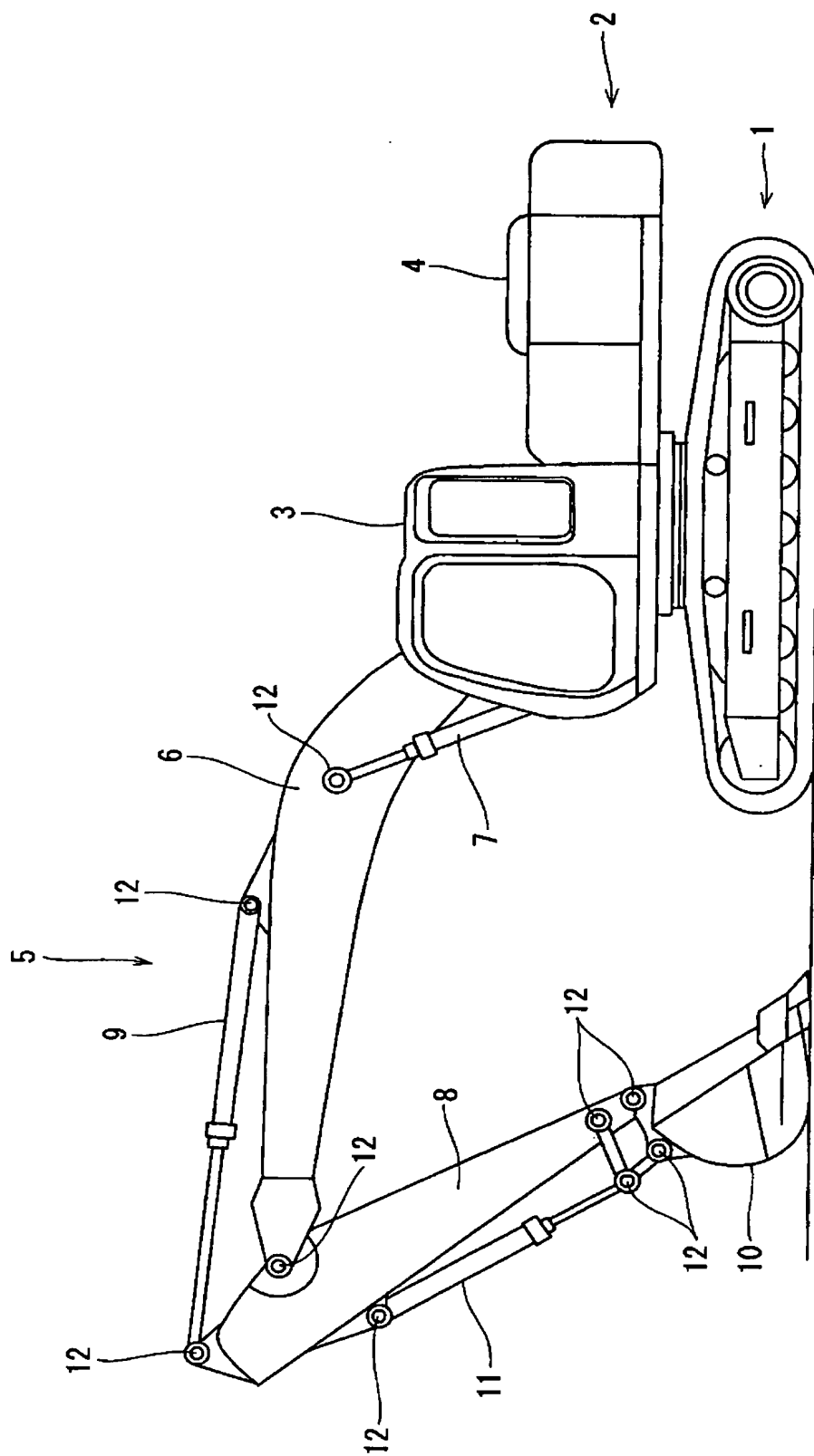
- [1] 少なくとも軸(22)とブッシュ(16)を有し、前記ブッシュ(16)は多数の気孔(25)を有する多孔質の焼結材からなるすべり軸受組立体(12)において、前記ブッシュ(16)には MoS_2 、 WS_2 、及び六方晶形BNのうち少なくとも1種類以上から構成される固体潤滑性微粒子(26)を2.0〜30wt%含有する潤滑油(24)が含浸されており、前記軸(22)とブッシュ(16)は 6Kgf/mm^2 以上の面圧及び2〜5cm/秒の範囲内の摺動速度で使用されることを特徴とするすべり軸受組立体。
- [2] 少なくとも軸(22)とブッシュ(16)を有し、前記ブッシュ(16)は多数の気孔(25)を有する多孔質の焼結材からなるすべり軸受組立体(12)において、前記ブッシュ(16)にはグラファイトから構成される固体潤滑性微粒子(26)を3.0〜5.0wt%含有する潤滑油(24)が含浸されており、前記軸(22)とブッシュ(16)は 6Kgf/mm^2 以上の面圧及び2〜5cm/秒の範囲内の摺動速度で使用されることを特徴とするすべり軸受組立体。
- [3] 前記固体潤滑性微粒子(26)を含有する潤滑油(24)の粘度は56〜1500cSt(at 25.5°C)の範囲内であることを特徴とする請求項1又は請求項2記載のすべり軸受組立体。
- [4] 前記ブッシュ(16)は気孔率が5〜30vol%の複合焼結合金からなり、前記多数の気孔(25)は互いに連通され、前記ブッシュ(16)は浸炭、窒化及び浸流窒化処理法のうち少なくとも1つの方法により表面改質処理されていることを特徴とする請求項1又は請求項2記載のすべり軸受組立体。
- [5] 前記固体潤滑性微粒子(26)は前記ブッシュ(16)の気孔(25)を閉塞しない大きさであることを特徴とする請求項1又は請求項2記載のすべり軸受組立体。
- [6] 前記軸(22)は浸炭、高周波焼入れ、レーザ焼入れ及び窒化のうち少なくとも1つの処理を行った後、化成若しくは浸硫処理法により表面改質処理されていることを特徴とする請求項1又は請求項2記載のすべり軸受組立体。
- [7] 多数の気孔(25)を有する多孔質の焼結材からなり、 MoS_2 、 WS_2 、及び六方晶形BNのうち少なくとも1種類以上から構成される固体潤滑性微粒子(26)を2.0〜30wt%含有する潤滑油が含浸され、 6Kgf/mm^2 以上の面圧及び2〜5cm/秒の範囲

内の摺動速度で使用されることを特徴とするすべり軸受。

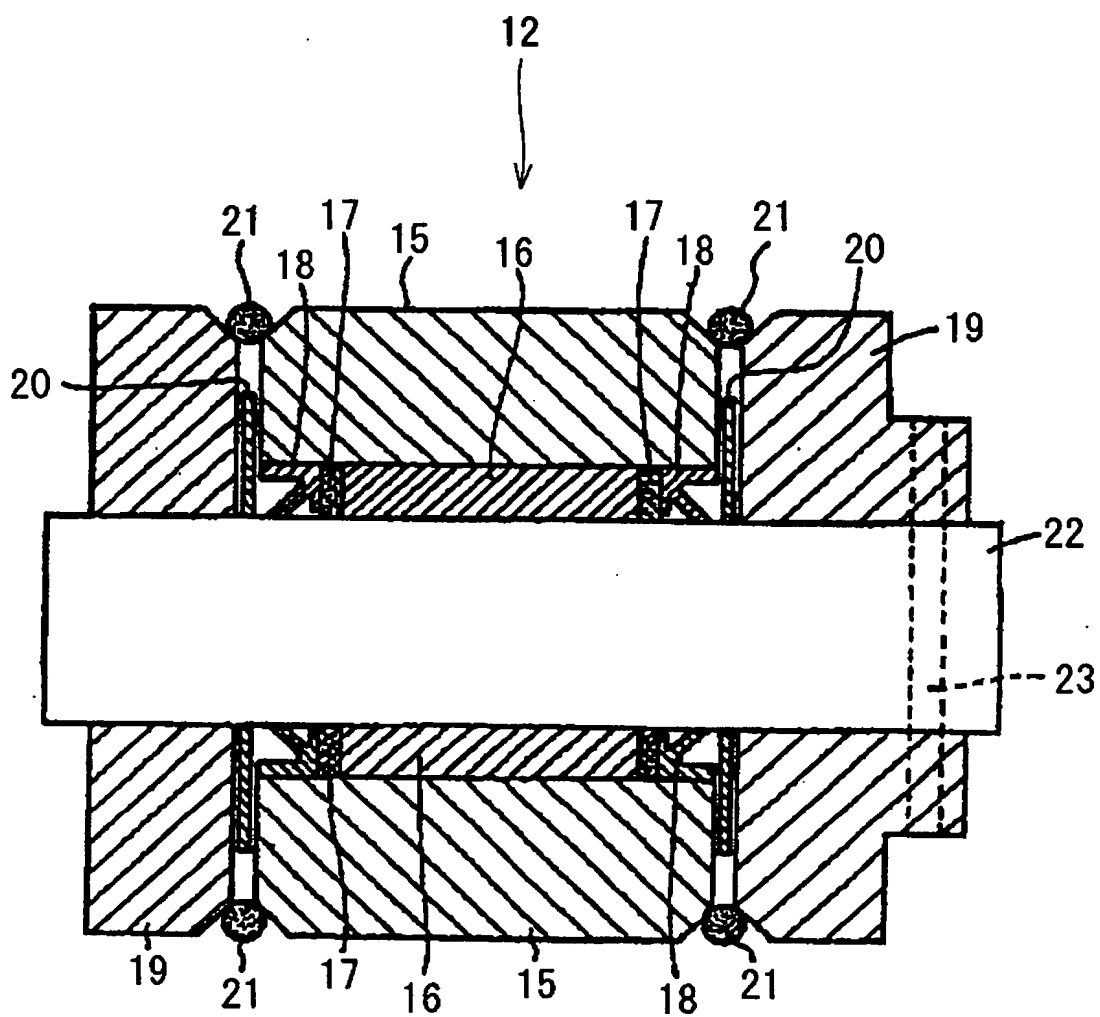
- [8] 多数の気孔(25)を有する多孔質の焼結材からなり、グラファイトから構成される固体潤滑性微粒子(26)を3.0～5.0wt%含有する潤滑油が含浸され、6Kgf/mm²以上の面圧及び2～5cm/秒の範囲内の摺動速度で使用されることを特徴とするすべり軸受。
- [9] 前記固体潤滑性微粒子(26)を含有する潤滑油(24)の粘度は56cSt～1500cSt(at 25.5℃)の範囲内であることを特徴とする請求項7又は請求項8記載のすべり軸受。
- [10] 気孔率が5～30vol%の複合焼結合金からなり、前記多数の気孔(25)は互いに連通され、浸炭、窒化及び浸流窒化処理法のうち少なくとも1つの方法により表面改質処理されていることを特徴とする請求項7又は請求項8記載のすべり軸受。
- [11] 前記固体潤滑性微粒子(26)は前記気孔(25)を閉塞しない大きさであることを特徴とする請求項7又は請求項8記載のすべり軸受。
- [12] 浸炭、高周波焼入れ、レーザ焼入れ及び窒化のうち少なくとも1つの処理を行った後、化成若しくは浸硫処理法により表面改質処理された軸(22)と共に使用されることを特徴とする請求項7又は請求項8記載のすべり軸受。
- [13] 掘削機械のフロント部品用軸受として使用される請求項7又は請求項8記載のすべり軸受。
- [14] クレーンのアーム用軸受として使用される請求項7又は請求項8記載のすべり軸受。

。

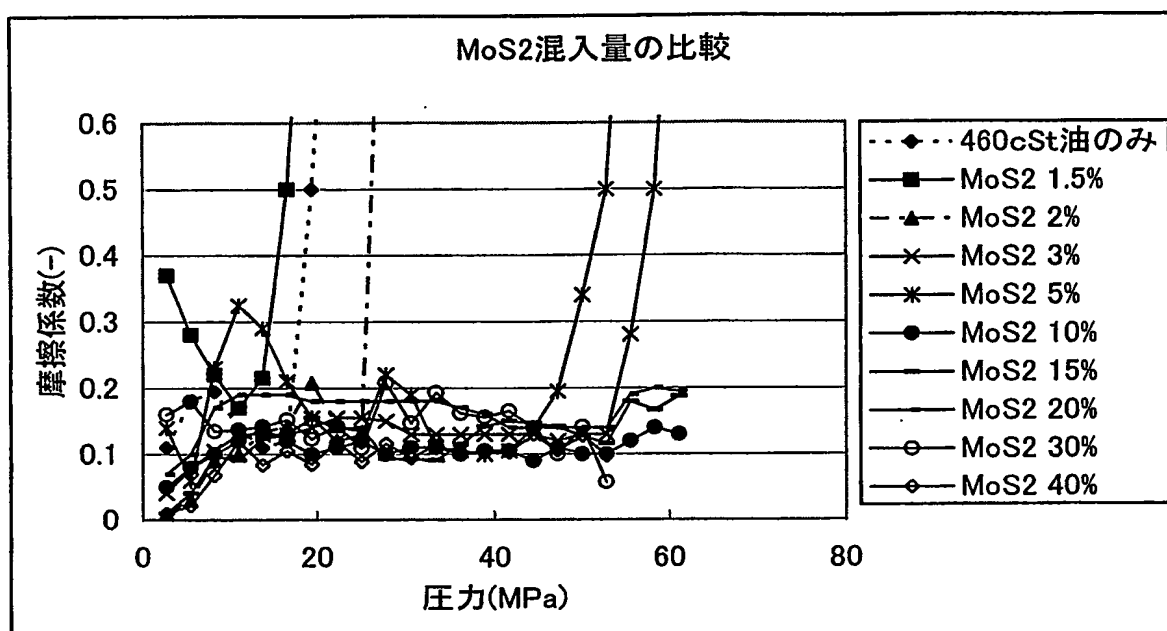
[図1]



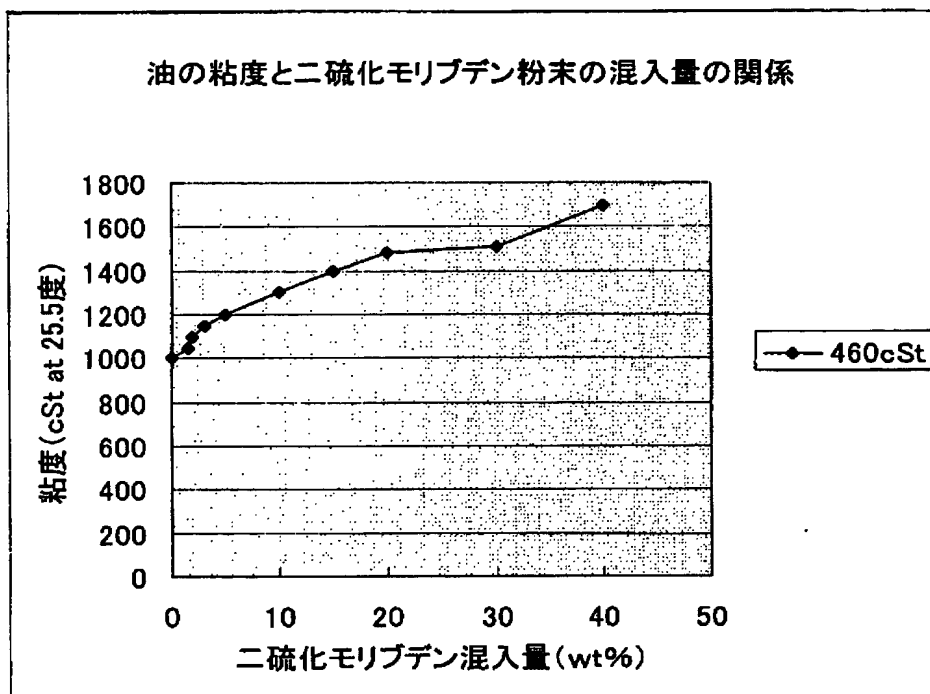
[図2]



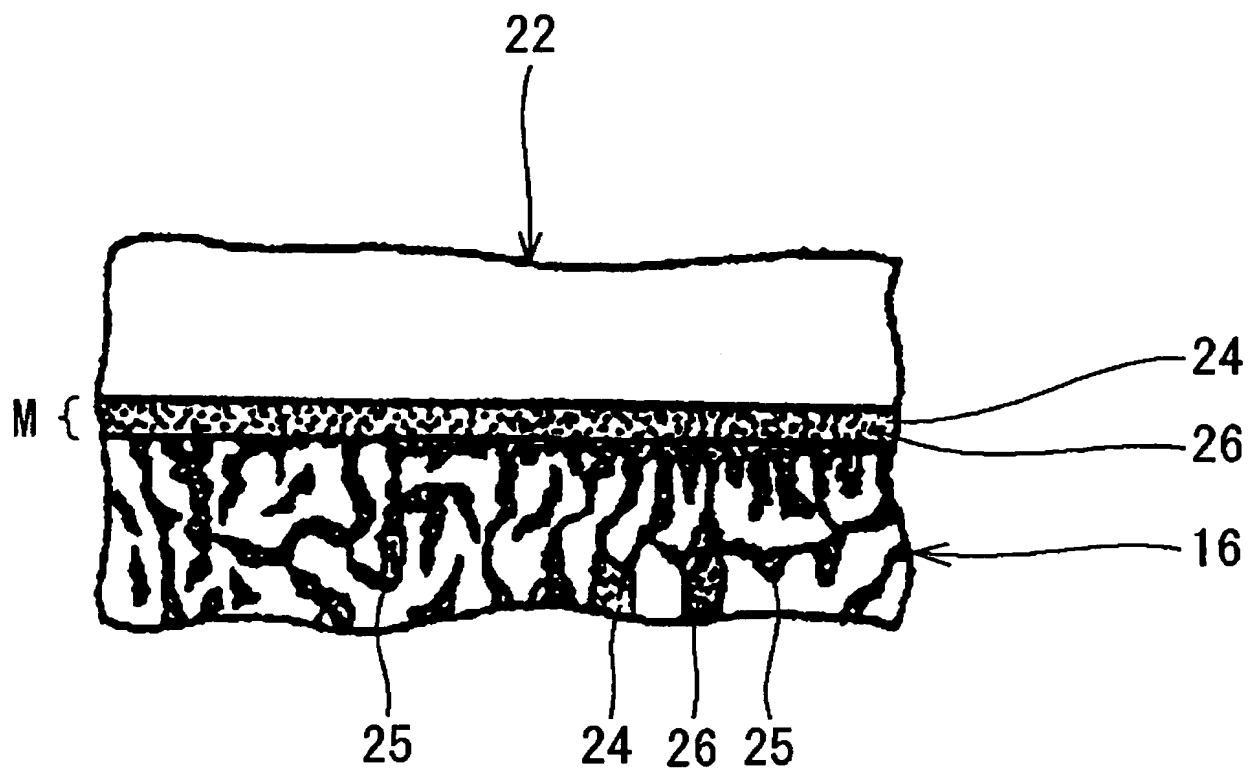
[図3]



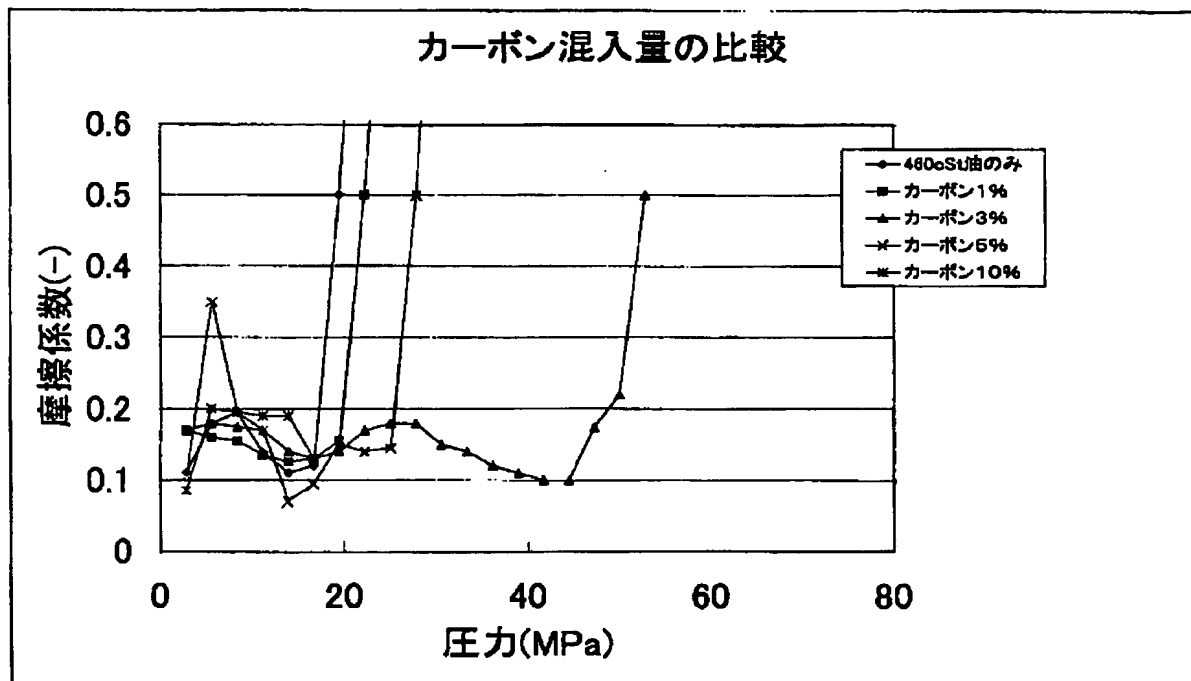
[図4]



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/012065

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ F16C11/04, F16C33/10, F16C33/12, E02F3/38

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ F16C11/04, F16C33/10, F16C33/12, E02F3/38, E02F9/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|--|-----------------------|
| Y | JP 10-246231 A (Hitachi Construction Machinery Co., Ltd.), 14 September, 1998 (14.09.98), Par. Nos. [0011] to [0020] (Family: none) | 1-14 |
| Y | JP 8-105444 A (Hitachi Construction Machinery Co., Ltd.), 23 April, 1996 (23.04.96), Par. Nos. [0008], [0011] to [0016] & US 5490730 A Column 2, lines 21 to 24; column 3, line 32 to column 4, line 60 & EP 655562 A2 | 1-14 |

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
09 November, 2004 (09.11.04)Date of mailing of the international search report
22 November, 2004 (22.11.04)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

| | | |
|---|--|------------------|
| A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int. Cl ⁷ F16C11/04, F16C33/10, F16C33/12 E02F 3/38 | | |
| B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int. Cl ⁷ F16C11/04, F16C33/10, F16C33/12 E02F 3/38, E02F 9/00 | | |
| 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2004年 日本国登録実用新案公報 1994-2004年 日本国実用新案登録公報 1996-2004年 | | |
| 国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語) | | |
| C. 関連すると認められる文献 | | |
| 引用文献の カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する 請求の範囲の番号 |
| Y | JP 10-246231 A (日立建機株式会社) 1998. 09. 14, 段落【0011】-【0020】 (ファミリーなし) | 1-14 |
| Y | JP 8-105444 A (日立建機株式会社) 1996. 04. 23, 段落【0008】, 【0011】-【0016】 & US 5490730 A, 第2欄第21-24行, 第3欄第32行-第4欄第60行 & EP 655562 A2 | 1-14 |
| <input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。 | | |
| * 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に関する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献 | | |
| 国際調査を完了した日 09. 11. 2004 | 国際調査報告の発送日 22.11.2004 | |
| 国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号 | 特許庁審査官 (権限のある職員) 高辻 将人 | 3 J 9823 |
| 電話番号 03-3581-1101 内線 3327 | | |